

**ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА В ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ  
СТОМАТОЛОГИИ**Е.М. Караваева<sup>1</sup>, В.Н. Никитин<sup>2</sup>, Ю.М. Черепенников<sup>3</sup>

Научный руководитель: профессор, д.м.н., Г.И. Рогожников

<sup>1</sup>Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А.Вагенра,

Россия, г.Пермь, ул. Петропавловская, 26, 614990

<sup>2</sup>Пермский национальный исследовательский политехнический университет,

Россия, г.Пермь, Комсомольский проспект, 29, 614990

<sup>3</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [sortior@mail.ru](mailto:sortior@mail.ru)**POSSIBILITIES OF APPLICATION OF BASALT FIBER IN DENTISTRY**E.M. Karavaeva<sup>1</sup>, V.N. Nikitin<sup>2</sup>, Y.M. Cherepennikov<sup>3</sup>

Scientific Supervisor: Prof., Dr. G.I. Rogozhnikov

<sup>1</sup>Perm State University of Medicine, Russia, Perm, Peter and Paul Street, 26, 614990<sup>2</sup>Perm National Research Polytechnic University, Russia, Perm, Komsomolskiy prospect, 29, 614990<sup>3</sup>Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050E-mail: [sortior@mail.ru](mailto:sortior@mail.ru)

**Annotation.** *The work presents the results of the investigation of physical and mechanical properties of the constructions based on basalt fiber. It also describes the aspects of biomechanical modeling of such constructions in the ANSYS software package. On the basis of the conducted researches rationality of application of a basalt fiber in stomatologic practice is proved.*

Базальт – высокостабильные по химическому и минералогическому составу магматические горные породы, запасы которых в мире практически не ограничены и составляют от 25 до 38% площади, занимаемой на земле магматическими породами. Запасы базальта считаются неисчерпаемыми, так как установлено, что в результате вулканической активности они ежегодно пополняются на 1 млн. м<sup>3</sup> [1]. Базальт используют как сырье для щебня, каменного литья, кислотоупорного порошка и для производства базальтового волокна, которое в свою очередь применяется в строительстве, энергетике, машиностроении, авиационной, химической, атомной промышленности и прочих отраслях. Такая широта применения базальта и базальтового волокна объясняется его невысокой стоимостью, а также хорошими физико-механическими свойствами, устойчивостью к высоким температурам, кислотам и щелочам. Учитывая относительную инертность базальтового волокна, оно могло бы быть применимо в медицине. Однако в доступной нам литературе данных об использовании базальта в медицине мы не нашли. Для стоматологической практики мы видим две перспективы применения базальтового волокна: изготовление шин при заболеваниях пародонта и армирование съемных пластиночных протезов.

Шинирование – стягивание зубов крепкой тонкой нитью для уменьшения и профилактики дальнейшего увеличения подвижности – один из способов увеличения эффективности лечения заболеваний пародонта. Распространенность заболеваний пародонта по данным ВОЗ составляет 80–100% [2, 3]. При этом в шинировании нуждается 40-50% таких пациентов. Существует множество материалов для шинирования, но все они имеют ряд недостатков, таких как: разволокнение при разрезании или

моделировке, трудная адаптация к зубам, сложность в работе [4]. Нами предложена шина из базальтового волокна, лишенная этих недостатков [5]. Для обоснования рациональности ее применения в практике нами было проведено биомеханическое моделирование шинирующей конструкции из базальтового волокна. В программном пакете ANSYS был произведен расчет интенсивности напряжений по Мизесу в теле нижней челюсти, зубах и базальтовом волокне. Механические свойства зубов, костной ткани нижней челюсти и базальтового волокна были взяты из литературных источников и представлены в таблице 1. По результатам биомеханического моделирования максимальная интенсивность напряжения возникающая в случае шинирования базальтовым волокном составила  $6,763 \times 10^7$  Па (рис. 1), что не превышает допустимых значений предела прочности. Таким образом, можно сделать вывод, что базальтовое волокно может быть рекомендовано в качестве шинирующей конструкции при заболеваниях пародонта.

Таблица 1.

Механические свойства зубов, костной ткани нижней челюсти и базальта

Параметр	Материал		
	Зубы	Костная ткань нижней челюсти	Базальт
Модуль Юнга $E$ , ГПа	$1,8 \cdot 10^4$	10	$87,1 \pm 2,3$
Коэффициент Пуассона $\nu$	0,3	0,3	0,4
Предел прочности $\sigma_{пр}$ , МПа	11,5	100	$2245,3 \pm 126,8$

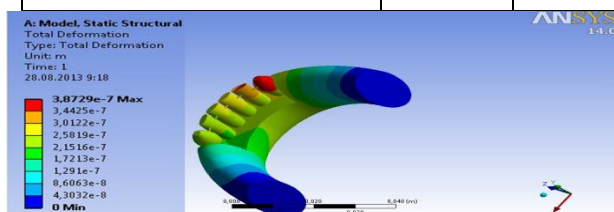


Рис. 1 Интенсивность напряжений по Мизесу в теле нижней челюсти, зубах и базальтовом волокне.

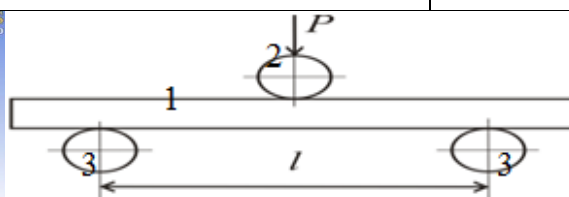


Рис. 2. Схема испытания на трехточечный изгиб: 1 — образец, 2 — нагружающий плунжер, 3 — опорные цилиндры.

Нуждаемость в ортопедическом лечении съемными протезами высока и составляет 33–58%. А в связи с выраженным в последние десятилетия демографическим сдвигом в сторону увеличения количества людей пожилого возраста она еще более возрастает, достигая, 65% и выше. При этом 90% съемных протезов изготавливаются из акриловых пластмасс, ввиду их дешевизны и легкости изготовления. Однако у акриловых пластмасс есть и недостатки, и одним из них является недостаточная механическая прочность, о чем свидетельствуют переломы базиса протеза, достигающие от 3–15% поломок в первый год пользования протезами или 19% за весь период диспансерного наблюдения – 3 года. При этом, перелом базиса протеза приносит большие неудобства и дополнительные материальные затраты пациенту, а врачу плохую репутацию. Существующий метод армирования золотой фольгой не только дорог, но и не позволяет избежать первичной поломки. Нами предложен метод армирования акриловых пластмасс базальтовым волокном на этапе изготовления съемных пластиночных протезов, что позволит избежать переломов протеза на всем периоде пользования ими. Для доказательства рациональности применения данной методики нами проведены физико-механические исследования, согласно ГОСТу 51889-2002 «Материалы полимерные для базисов зубных протезов. Технические требования. Методы испытаний». Для этого было изготовлено по 8 образцов из акриловой пластмассы и из акриловой пластмассы, армированной базальтовым волокном. Затем на испытательной машине Instron 5965 (рис. 2)

были проведены исследования зависимости нагрузки-перемещения (рис. 3, 4), с последующим вычислением предела прочности и модуля упругости. В результате исследования предел прочности и модуль упругости неармированных образцов составили  $67,1 \pm 0,6$  ГПа и  $2010 \pm 9,3$  МПа, а у армированных базисов эти показатели оказались выше и составили  $71,9 \pm 0,7$  ГПа и  $2021 \pm 8,9$  МПа соответственно (рис. 5). Таким образом, можно сделать вывод о том, что применение базальтового волокна для армирования базисов съемных протезов увеличивает их прочностные характеристики и тем самым может предотвратить поломки.

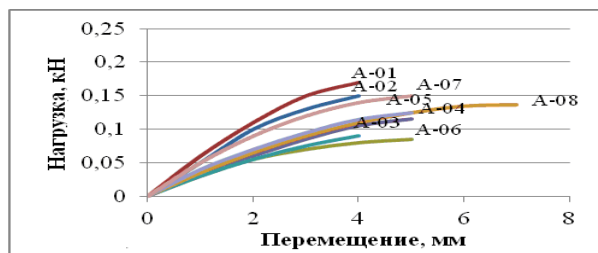


Рис. 3. Зависимости нагрузка-перемещение, полученные в опытах на трехточечный изгиб образцов из акриловой пластмассы.

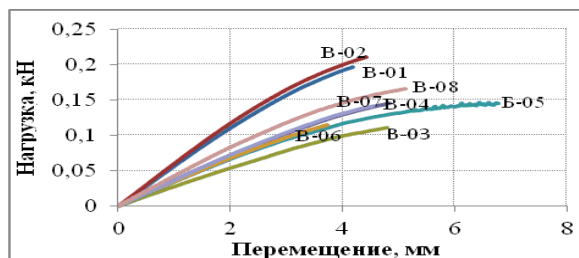


Рис. 4. Зависимости нагрузка-перемещение, полученные в опытах на трехточечный изгиб образцов из акриловой пластмассы, армированной базальтовым волокном.

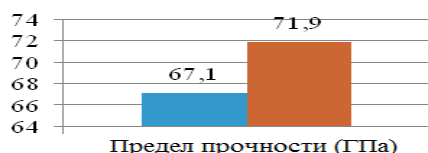


Рис. 5. Сравнение предела прочности и модуля упругости базисов из акриловой пластмассы (А) и из акриловой пластмассы, армированной базальтовым волокном (Б).

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод о том, что базальтовое волокно является перспективным материалом для стоматологической практики. Шина из базальтового волокна не только отвечает необходимым требованиям, но и обладает высоким запасом прочности. Кроме того, шина из базальтового волокна значительно дешевле своих конкурентов- шин из полиэтилена и стекловолокна. А базисы, армированные базальтовым волокном, имеют высокие физико-механические характеристики и позволяют избежать поломок протеза, а также продлят срок его службы пациенту.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kunal Singha. A short review on basalt fiber // International Journal of Textile Science. – 2012. – № 1. – С. 19–28.
2. Грудянов А.И., Дмитриева Л.А., Максимовский Ю.М. Пародонтология: современное состояние, вопросы и направления научных разработок // Пародонтология. – 1998. – № 3. – С. 5–7.
3. Burt. B. Position paper: epidemiology of periodontal diseases // Journal of periodontology. – 2005. – № 8. – С. 19.
4. Юдина Н.А., Азаренко В.И., Терехова Н.В. Временное шинирование в комплексном лечении болезней пародонта. – Мн.: БелМАПО, 2006. – С. 21–23.
5. Пат. 2012141769/14 РФ, 01.10.2012. Устройство для шинирования подвижных зубов / Рогожников Г.И., Ергалиев Р.Т., Караваева Е.М., Рогожников А.Г., Четвертных В.А., Асташина Н.Б., Аликина Н.Б. Заявлено 1.10.2012; Опубл. 23.07.2013, Бюл. № 8.- 6 с: ил.